

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В РАЙОНЕ СЕЛА МАЙРАМАДАГ РЕСПУБЛИКИ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ В 2019 ГОДУ

А.А. Саяпина¹, И.Ю. Дмитриева², С.С. Багаева³,
К.В. Гричуха⁴, С.В. Горожанцев⁵

Аннотация. Представлены результаты исследования серии сейсмических событий в феврале 2019 года вблизи южной окраины села Майрамадаг и доказано, что она представляет собой рой генетически подобных землетрясений. Описана его геолого-тектоническая позиция, которая находит отражение в механизмах очагов сильнейших землетрясений роя.

Ключевые слова: рой землетрясений, механизм очага, Владикавказский глубинный разлом.

Вблизи южной окраины села Майрамадаг, в центральной части территории Республики Северная Осетия-Алания, 15 февраля была зафиксирована серия слабых сейсмических событий. Данные о проявлениях двух ощутимых землетрясений роя в населенных пунктах, собранные сотрудниками СОФ ФИЦ ЕГС РАН, показали, что они ощущались в некоторых районах города Владикавказа, в селах Гизель и Верхняя Саниба интенсивностью 2 балла. По данным «Нового Каталога...» [1], в области исследуемой сейсмической активности сильных землетрясений не фиксировалось. Однако под руководством Е.А. Рогожина в этой местности установлены очаги древних землетрясений и выявлена Владикавказская зона возникновения ожидаемых землетрясений с сейсмическим потенциалом $M_{\text{макс}} = 6.5-7.1$ [2, 3]. Развитие инструментальных сейсмологических наблюдений в Республике Северная Осетия-Алания позволило регистрировать землетрясения в широком диапазоне энергетических классов [4]. Анализ современной сейсмичности республики показал, что рои землетрясений в этом районе также возникали в 2004, 2007 и 2011 годах с $K_p = 4.5-7.1$. Это послужило основанием для выде-

ления подзоны с $K_p \leq 8$ в пределах Северо-Осетинской сейсмогенерирующей очаговой зоны [5].

Рой землетрясений близок к области сочленения Северной моноклинали Большого Кавказа с Осетинской впадиной Терско-Каспийского краевого прогиба. Граница между ними проходит по глубинному широтному Владикавказскому разлому, который выделяется по геофизическим данным и состоит из трех ветвей, выраженных в смещениях позднечетвертичных террасовых уровней и слагающих их осадков. В его зоне наблюдается крупнейшая региональная флексурно-разрывная система нарушений в породах палеогена и миоцена и в плиоцен-четвертичных слоях. Она проникает в фундамент и смещает его поверхность на 5–6 км. В нижних слоях земной коры, по данным [6, 7], разлом уходит в мантию.

Целью настоящего исследования является установление возможной связи области проявления роя с выделяемыми разломными структурами.

В качестве исходных данных использовались каталоги сейсмических событий центральной части Северного Кавказа, составленные в СОФ ФИЦ ЕГС РАН, и волновые формы сетей сейсмических

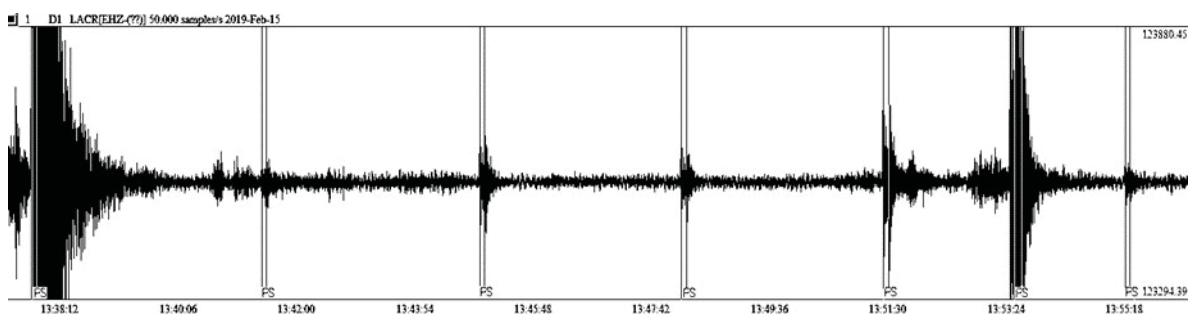


Рис. 1. 20-минутная запись Z-компоненты на станции «Лак» с первыми семью землетрясениями роя

¹ Саяпина Анна Анатольевна – начальник сектора сейсмологических наблюдений Северо-Осетинского филиала Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (СОФ ФИЦ ЕГС РАН) (regev-anna@yandex.ru)

² Дмитриева Изольда Юрьевна – ведущий инженер сектора обработки информации и анализа СОФ ФИЦ ЕГС РАН (iza_ka@mail.ru).

³ Багаева Софья Сергеевна – начальник сектора обработки информации и анализа СОФ ФИЦ ЕГС РАН (sonybag@yandex.ru).

⁴ Гричуха Константин Васильевич – ведущий инженер сектора обработки информации и анализа СОФ ФИЦ ЕГС РАН (k.grichuha@yandex.ru).

⁵ Горожанцев Сергей Владимирович – к. г.-м. н., директор СОФ ФИЦ ЕГС РАН (sgor@gsras.ru).

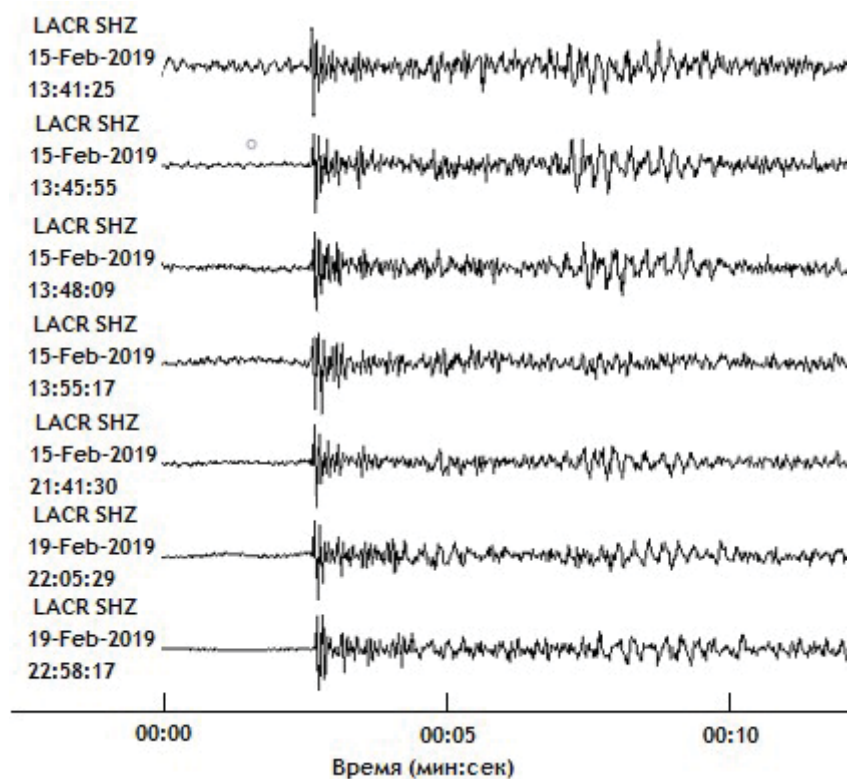


Рис. 2. Фрагменты записей (Z-компоненты) землетрясений роя на станции «Лац»

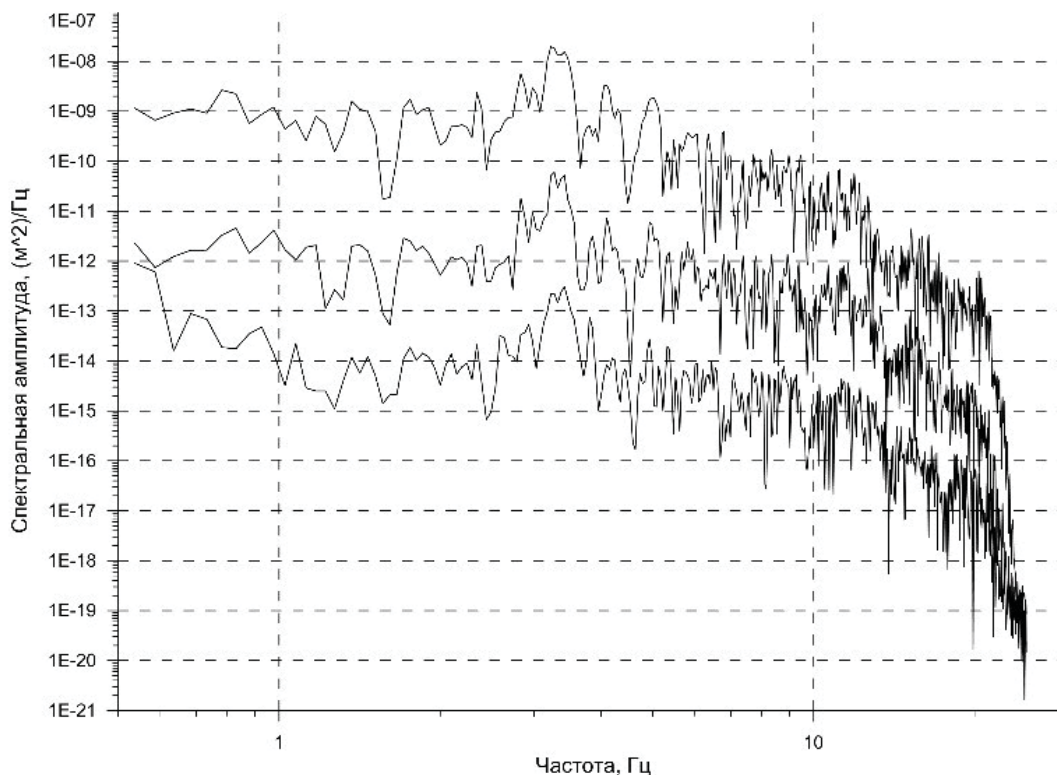


Рис. 3. Спектры записей землетрясений роя на станции «Лац»

Таблица 1

Параметры механизмов очагов землетрясений 15 февраля в 13^h37^m и 16^h05^m 2019 г.

№	Дата	t_0 , ч:мин:с	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости					
			T		P		N		NP1			NP2		
			PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP
1	15.02	13 37 36.7	18	67	69	212	12	333	328	64	-103	175	29	-66
2	15.02	16 05 52.8	17	74	66	210	16	339	332	64	-107	187	31	-58

станций NOGSR, OBGSR и DAGSR [8]. В районе исследования сейсмические события с $K_p \geq 5$ регистрируются без пропусков [9].

Рассматриваемый рой начался с ощутимого землетрясения 15.02.2019 г. и продолжился заметной группой из 12 сейсмических событий, 7 из которых произошли в первые 20 минут (рис. 1). В этот день роевая последовательность имела в своем составе два ощутимых землетрясения: в 13^h 37^m с

$K_p = 9.2$ и в 16^h 05^m с $K_p = 9.4$. Их очаги совпали по координатам эпицентров $\varphi = 42.99^\circ$ N, $\lambda = 44.50^\circ$ E и по глубине $h = 11$ км. Далее сейсмические события количественно распределялись следующим образом: 16.02.2019 г. – 1, 19.02.2019 г. – 9 и 24.02.2019 г. – 1. Без учета ощутимых толчков всего записано 21 землетрясение с $K_p = 4.7$ –7.4.

Для роевых последовательностей характерно, чтобы все их землетрясения имели генетическое

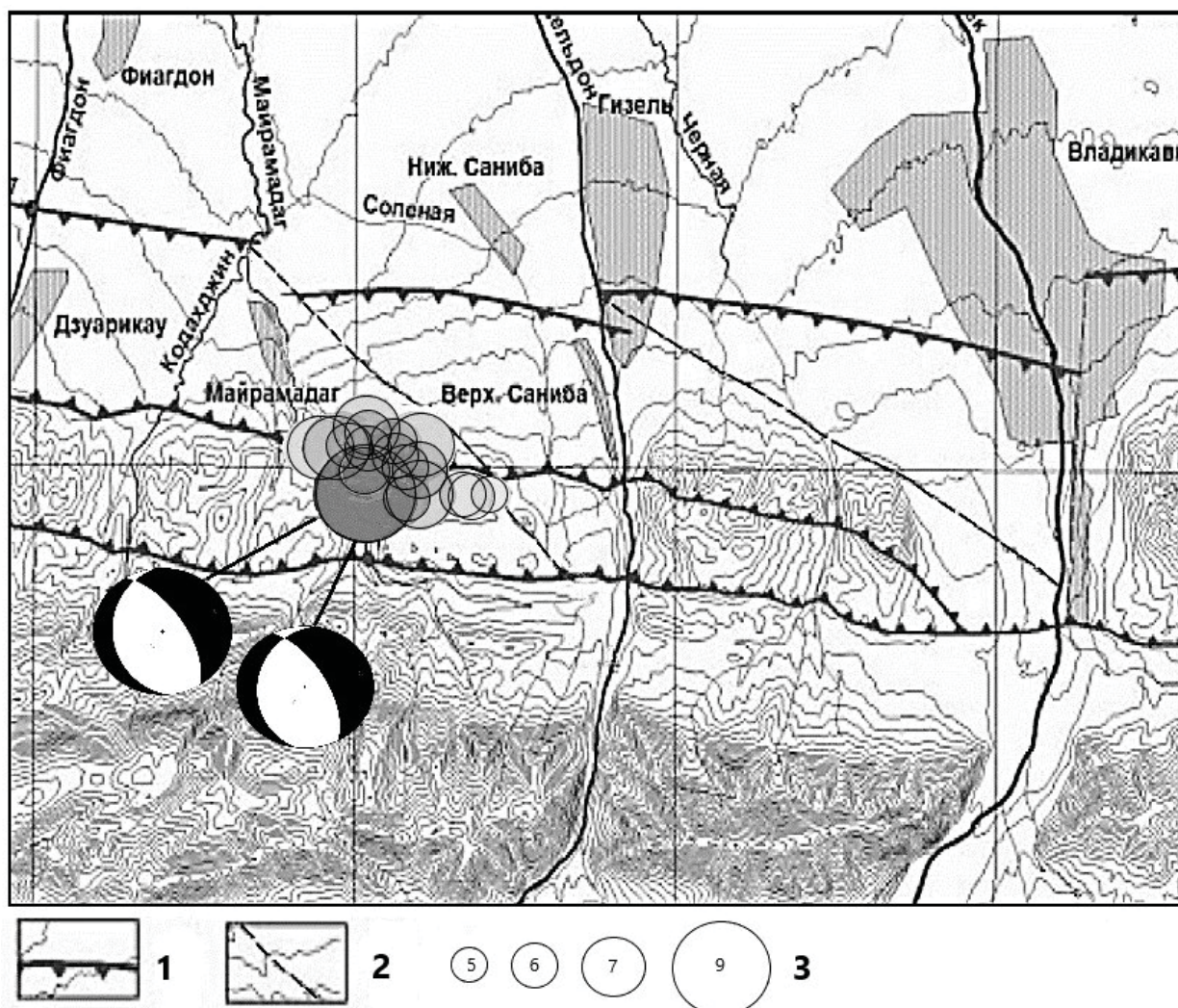


Рис. 4. Положение эпицентров землетрясений роя на фоне ветвей Владикавказской разломной зоны со стереограммами механизмов очагов сильнейших землетрясений

1 – ветви Владикавказского разлома (взброса); 2 – предположительно активные разломы (сдвиги); 3 – эпицентры землетрясений $K_p = 5, 6, 7, 9$

подобие волновых форм и спектров на одной и той же станции, что отмечается, например, Н.В. и А.В. Солоненко для Байкальской рифтовой зоны [10] и подтверждается И.П. Габсатаровой и др. [11], опытными исследованиями на Северном Кавказе.

Действительно, записи и спектры исследуемой серии землетрясений по каждой станции отдельно имеют большое сходство между собой. Это явно видно на нефильтрованных записях сейсмостанции «Лац» (рис. 2), выровненных по времени вступления P -волны и на их построенных спектрах (рис. 3).

Для двух подобных и наиболее сильных землетрясений роя были построены механизмы очагов в программе FA [11] на основе знаков первых вступлений P -волн по данным 17 региональных сейсмических станций, удаленных на расстояния от 15 до 190 км. Решения механизмов представлены в табл. 1.

Согласно полученному решению механизмов, движение в очаге произошло под действием значительного превалирования сил растяжения, ориен-

тированных в северо-восточном направлении. Тип подвижки по обеим плоскостям – сброс с компонентами сдвига, левостороннего – по $NP2$, правостороннего – по $NP1$. Простирающие крутопадающей плоскости $NP1$ имеет северо-западное направление, а нодальная плоскость $NP2$ – юго-юго-восточное.

На карте (рис. 4) видно, что землетрясения роя тесно связаны со средней ветвью Владикавказского глубинного разлома, которая является активной вплоть до настоящего времени [13]. Северная ветвь разлома прослеживается не на всем протяжении, прерываясь со смещением активными сдвигами северо-западного простирания, один из которых близок к очаговой зоне роя и согласуется с простиранием одной из нодальных плоскостей ($NP1$) механизмов очагов, а также с вытянутостью области распределения роя. Сейсмические события февраля 2019 года в районе с. Майрамадаг очевидно связаны с активностью именно подобных сдвиговых структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаян Т.О., Кулиев Ф.Т., Папалашвили В.Г., Шебалин Н.В., Вандышева Н.В. (отв. сост.). // б.Кавказ [50-1974 гг., М \geq 4.0, 10 \geq 5] // Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. С. 69–170.
2. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Лутиков А.И., Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Горбатов А.В. Эндогенные опасности Большого Кавказа. – М.: ИФЗ РАН, 2014. 256 с.
3. Рогожин Е.А., Габсатарова И.П., Погода Э.В. Зоны ВОЗ и сейсмичность территории Республики Северная Осетия-Алания // Землетрясения Северной Евразии. Материалы Международной конференции, посвященной 10-летию выпуска сборника научных трудов «Землетрясения Северной Евразии», Обнинск, 28–31 июля 2008 г. – Обнинск: ГС РАН, 2008. С. 243–249.
4. Саяпина А.А., Багаева С.С., Горожанцев С.В. Краткая история создания и этапы развития сейсмологической службы в Республике Северная Осетия-Алания (к 80-летию Э.В. Погоды и 20-летию образования СОФ ФИЦ ЕГС РАН) // Вестник Владикавказского научного центра Т. 19, № 2. Владикавказ: ВНЦ РАН, 2019. С. 56–64.
5. Погода Э.В., Гричуха К.В., Кабирова О.Г. Очаговые зоны землетрясений центральной части Северного Кавказа // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы X Международной сейсмологической школы / Отв. Ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2015. С. 265–268.
6. Шемпелев А.Г. Разломно-блоковая тектоника Северного Кавказа по геофизическим данным // Геологический журнал 1982. Т. 42. № 4. С. 97–108
7. Письменный А.Н., Горбачев С.А., Вертий С.Н. и др. ГДП-200 в пределах восточного сегмента зоны Главного хребта Центрального Кавказа (листы К-38-IX, XV). – Ессентуки: ФГУПП «Кавказгеолсъемка», 2006.
8. Габсатарова И.П., Даниялов М.Г., Мехрюшев Д.Ю., Погода Э.В., Янков А.Ю. Северный Кавказ // Землетрясения России в 2015 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. С. 17–27.
9. Погода Э.В., Багаева С.С., Саяпина А.А. Регистрационные возможности сети сейсмологических наблюдений Северо-Осетинского филиала ГС РАН // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы VIII Международной сейсмологической школы / Отв. ред. А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 266–269.
10. Солоненко Н.В., Солоненко А.В. Афтершоковые последовательности и рои землетрясений в Байкальской рифтовой зоне. – Новосибирск: Наука, СО АН СССР, 1987. 93 с.
11. Габсатарова И.П., Девяткина Л.В., Селиванова Е.А. Северный Кавказ // Землетрясения Северной Евразии. – Обнинск: ГС РАН, 2008. С. 103–127.
12. Ландер А.В. Описание и инструкция для пользователя комплекса программ FA (расчет и графическое представление механизмов очагов землетрясений по знакам первых вступлений P -волн) // Фонды автора. 2006. 27 с.
13. Овсяченко А.Н., Мараханов А.В., Новиков С.С., Рогожин Е.А. Зона Владикавказского активного разлома С.К. на территории РСО-А // Вестник Владикавказского научного центра, Т. 8, № 3. – Владикавказ: ВНЦРАН, 2008. С. 44–56.

SEISMIC ACTIVITY IN THE VICINITY OF THE VILLAGE OF MAYRAMADAG IN THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA-ALANIA IN 2019

A.A. Sayapina, I.Y. Dmitrieva, S.S. Bagaeva,
K.V. Grichukha, S.V. Gorozhantsev

North Osetija Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (e-mail: sgor@gstras.ru).

Abstract. This article presents a study of a series of seismic events that occurred in February 2019 in the area of the village of Mairamadag. It is proved that it represents a swarm of genetically similar earthquakes. The geological and tectonic position of the swarm is described, which finds reflection in focal mechanism of its strongest swarm of earthquakes.

Keywords: swarm of earthquakes, focal mechanism, Vladikavkaz deep-seated fault.

REFERENCES

1. Babayan T.O., Kuliev F.T., Papalashvili V.G., Shebalin N.V., Vandysheva N.V. (otv. sost.). *II b.Kavkaz [50-1974 gg., M \geq 4.0, I \geq 5]* // *Novyj katalog sil'nyh zemletryasenij na territorii SSSR s drevnejshih vremen do 1975 g.* – M.: Nauka, 1977. S. 69–170.
2. Rogozhin E.A., Ovsyuchenko A.N., Lutikov A.I., Sobisevich A.L., Sobisevich L.E., Gorbatikov A.V. *Endogennye opasnosti Bol'shogo Kavkaza.* – M.: IFZ RAN, 2014. 256 s.
3. Rogozhin E.A., Gabsatarova I.P., Pogoda E.V. *Zony VOZ i seismichnost' territorii Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya // Zemletryaseniya Severnoj Evrazii. Materialy Mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 10-letiyu vypuska sbornika nauchnyh trudov «Zemletryaseniya Severnoj Evrazii», Obninsk, 28–31 iyulya 2008 g.* – Obninsk: GS RAN, 2008. S. 243–249.
4. Sayapina A.A., Bagaeva S.S., Gorozhancev S.V. *Kratkaya istoriya sozdaniya i etapy razvitiya seismologicheskoy sluzhby v Respublike Severnaya Osetiya-Alaniya (k 80-letiyu E.V. Pogody i 20-letiyu obrazovaniya SOF FIC EGS RAN)* // *Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra* T. 19, № 2. Vladikavkaz: VNC RAN, 2019. S. 56–64.
5. Pogoda E.V., Grichuha K.V., Kabirova O.G. *Ochagovye zony zemletryasenij central'noj chasti Severnogo Kavkaza // Sovremennye metody obrabotki i interpretacii seismologicheskikh dannyh. Materialy X Mezhdunarodnoj seismologicheskoy shkoly / Otv. Red. A.A. Malovichko.* – Obninsk: GS RAN, 2015. S. 265–268.
6. Shepelev A.G. *Razlomno-blokovaya tektonika Severnogo Kavkaza po geofizicheskim dannym // Geologicheskij zhurnal* 1982. T. 42. № 4. S. 97–108
7. Pis'mennyj A.N., Gorbachev S.A., Vertij S.N. i dr. *GDP-200 v predelakh vostochnogo segmenta zony Glavnogo hrebta Central'nogo Kavkaza (listy K-38-IX, XV).* – Essentuki: FGUGP «Kavkazgeols»emka», 2006.
8. Gabsatarova I.P., Daniyalov M.G., Mekhryushev D.YU., Pogoda E.V., Yankov A.YU. *Severnyj Kavkaz // Zemletryaseniya Rossii v 2015 godu.* – Obninsk: FIC EGS RAN, 2017. S. 17–27.
9. Pogoda E.V., Bagaeva S.S., Sayapina A.A. *Registracionnye vozmozhnosti seti seismologicheskikh nablyudenij Severo-Osetinskogo filiala GS RAN // Sovremennye metody obrabotki i interpretacii seismologicheskikh dannyh. Materialy VIII Mezhdunarodnoj seismologicheskoy shkoly / Otv. red. A.A. Malovichko.* – Obninsk: GS RAN, 2013. S. 266–269.
10. Solonenko N.V., Solonenko A.V. *Aftershokovye posledovatel'nosti i roi zemletryasenij v Bajkal'skoj riftovoj zone.* – Novosibirsk: Nauka, SO AN SSSR, 1987. 93 s.
11. Gabsatarova I.P., Devyatkina L.V., Selivanova E.A. *Severnyj Kavkaz // Zemletryaseniya Severnoj Evrazii.* – Obninsk: GS RAN, 2008. S. 103–127.
12. Lander A.V. *Opisanie i instrukciya dlya pol'zovatelya kompleksa programm FA (raschet i graficheskoe predstavlenie mekhanizmov ochagov zemletryasenij po znakam pervyh vstuplenij P-voln)* // *Fondy avtora.* 2006. 27 s.
13. Ovsyuchenko A.N., Marahanov A.V., Novikov S.S., Rogozhin E.A. *Zona Vladikavkazskogo aktivnogo razloma S.K. na territorii RSO-A // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo centra, T. 8, № 3.– Vladikavkaz: VNCRAN, 2008. S. 44–56.*

